

PRESTRESSED COMPOSITE PISTON**Publication number:** DE3249290**Publication date:** 1984-01-26**Inventor:****Applicant:****Classification:**

- International: *F02B23/06; F02F3/00; F02F3/22; F16J1/00; F16J1/04;
F02B23/02; F02F3/00; F02F3/16; F16J1/00;*

- European: F02B23/06W; F02F3/00B1; F02F3/22; F16J1/04

Application number: DENDAT3249290 00000000**Priority number(s):** US19810335266 19811228**Also published as:**

WO8302300 (A1)

Report a data error here**Abstract of DE3249290**

A prestressed composite piston (34) for an internal combustion engine including a generally cylindrical piston body (70) formed from an aluminum alloy and a piston crown (50) formed from a cast metallic material. The crown (50) is mated to the piston body (70) by a single machine bolt (90) which prestresses the crown in a generally uniform concentric pattern.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Veröffentlichung
⑪ DE 32 49 290 T 1

⑤① Int. Cl. 3:
F02F 3/00
F 02 F 3/20
F 01 P 3/10
F 01 B 31/08

- der internationalen Anmeldung mit der
⑧⑦ Veröffentlichungsnummer: WO 83/02300
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 Int. Pat. ÜG)
- ②① Deutsches Aktenzeichen: P 32 49 290.1
⑧⑧ PCT Aktenzeichen: PCT/US82/01760
⑧⑧ PCT Anmeldetag: 17. 12. 82
⑧⑦ PCT Veröffentlichungstag: 7. 7. 83
④③ Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 26. 1. 84

DE 32 49 290 T 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④
28.12.81 US 335266

⑦① Anmelder:
Alco Power Inc., 13021 Auburn, N.Y., US

⑦④ Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8000
München

⑦② Erfinder:
Mills, Floyd D., 13081 King Ferry, N.Y., US

⑤④ Zusammengesetzter Kolben

DE 32 49 290 T 1

GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR & PARTNER

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

A. GRÜNECKER, DPL.-ING.
DR. H. KINKELDEY, DPL.-ING.
DR. W. STOCKMAIR, DPL.-ING. & DPL.-TECH.
DR. K. SCHUMANN, DPL.-PHYS.
P. H. JAKOB, DPL.-ING.
DR. G. BEZOLD, DPL.-CHEM.
W. MEISTER, DPL.-ING.
H. HILGERS, DPL.-ING.
DR. H. MEYER-PLATH, DPL.-ING.

Alco Power Inc.
100 Orchard Street
Auburn, New York 13021
U.S.A.

8000 MÜNCHEN 22
MAXIMILIANSTRASSE 43

P 17 965-25

23.8.1983

Zusammengesetzter Kolben

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen vorgespannten zusammengesetzten Kolben (34) für einen Verbrennungskraftmotor, wobei der Kolben einen im wesentlichen zylindrischen Kolbenkörper (70) aus einer Aluminiumlegierung und eine Kolbenkrone (50) aufweist, die aus gegossenem Metallwerkstoff besteht. Die Krone (50) wird am Kolbenkörper (70) durch einen einzigen gedrehten Bolzen (90) festgelegt, der die Krone mit einem im wesentlichen gleichförmigen konzentrischen Muster vorspannt.

(Fig. 4)

Beschreibung

1

Die Erfindung betrifft einen vorgespannten zusammengesetzten Kolben. Insbesondere bildet die Erfindung eine
5 Verbesserung gegenüber einem aus der US-PS 3 465 651 bekannten Kolben.

Dieselmotoren sind seit vielen Jahren die Standard-Arbeitsmotoren in der Industrie. Dieselmotoren bilden
10 den Antriebsteil für dieselektrische Lokomotiven, Schiffen unterschiedlicher Klassen, wie auch Schleppern, und auch für verschiedene andere Arbeitsfahrzeuge, einschließlich Traktoren, Panzern und dgl. Zusätzlich werden Dieselmotoren als stationäre Antriebe für große
15 Kompressoren und elektrische Generatoren eingesetzt. Solche stationären Motoren können 18 oder mehr Zylinder mit Motorblockbohrungen haben, deren Durchmesser 30 cm oder mehr beträgt.

20 Seit der Einführung des Dieselmotors wurde mit unterschiedlichem Erfolg versucht, die Leistung und den Wirkungsgrad von Dieselmotoren zu steigern. In Verbindung damit war die Entwicklung eines zusammengesetzten Kolbens ein bemerkenswerter Fortschritt. Im besonderen wurden
25 mehrteilige Kolben konstruiert, die aus unterschiedlichen Materialien bestanden, um ihren Zweck besser zu erfüllen. Beispielsweise wurde ein aus einer Aluminiumlegierung bestehender Kolbenkörper mit einer Kappe aus einer Eisenlegierung vereinigt. Aluminium wurde gewählt, da es
30 leicht ist und außerordentliche Laufeigenschaften zeigt. Aluminium führte dazu, daß der Kolbenunterteil in der Zylinderlaufbüchse leicht gleiten konnte und erleichterte auch dem Kolbenzapfen, der sich durch den Kolbenkörper erstreckte, seine hin- und hergehende Bewegung. Jedoch
35 haben Aluminiumlegierungen einen verhältnismäßig hohen

- 1 Ausdehnungskoeffizienten und eine geringe Festigkeit
bei hohen Temperaturen. Ein vollständig aus einer Alu-
miniumlegierung bestehender Kolben war deshalb gegen die
hohen Temperaturen zu isolieren, die normalerweise in
5 den Zylindern von Verbrennungskraftmotoren auftreten.

Eine aus Stahl oder Gußeisen bestehende Kappe aus
einer Eisenlegierung wurde gewählt, da solche Kappen
auch bei den hohen Arbeitstemperaturen ihre hohe Festig-
10 keit beibehalten. Zudem können Kappen aus Eisenlegierun-
gen die Kolbenringe ohne nennenswerten Verschleiß oder
Ausschlagen tragen.

Eine grundsätzliche Schwierigkeit bei zusammengesetz-
15 ten Kolben ergab sich aus den thermischen Spannungen in-
nerhalb des Kolbens. Diesem Problem wurde in einem be-
stimmten Ausmaß durch die Eingliederung von Kammern oder
Nischen in den Kolbenkörper und in die Berührungsfläche
des Kolbenkörpers mit der Kappe gelöst. Diese Nischen
20 wurden dann mit Öl versorgt, das aus dem Motorblock
stammt und die hohen Arbeitstemperaturen der Kolbenkappe
abführte. Trotz dieser Kühlung blieben erhebliche thermi-
sche Spannungen.

25 Die US-PS 3 465 651, deren Inhalt hier mit einge-
schlossen sein soll, stellt einen bedeutenden Fort-
schritt in der Ausbildung solcher zusammengesetzter Kolben
dar. In dieser US-PS wird ein zusammengesetzter Kolben er-
läutert, bei dem in der Krone des Kolbens ein zentraler
30 Stehbolzen einstückig ausgebildet ist. Die Krone besteht
aus einer hochzugfesten Eisenlegierung. Der Stehbolzen
ist mit einem Gewinde versehen, um eine Mutter aufzuneh-
men, mit der die Krone in progressiven Eingriff mit dem
Kolbenkörper gebracht wird. Auf diese Weise wird die Krone
35 vorgespannt, damit sich beim Arbeiten keine thermischen

- 4 -

1 Spannungen mehr ergeben.

Gegenüber dieser bekannten Lösung ist ein zusammengesetzter Kolben wünschenswert, der gleichmäßig vorgespannt ist und sich im Betrieb ausgeglichen verhält, wodurch ein ruhiger Lauf des Verbrennungskraftmotors erreicht werden könnte. Weiterhin wäre ein zusammengesetzter Kolben dieser Art wünschenswert, bei dem die Materialkosten niedrig sind. Weiterhin soll ein zusammengesetzter Kolben geschaffen werden, bei dem die Herstellung der Kolbenkrone einfach ist, obwohl diese eine konturierte Oberfläche besitzt, mit der die Brennraumgestalt optimiert werden kann. Zusätzlich soll der zu schaffende zusammengesetzte Kolben verbesserte Kühleigenschaften haben. Die Krone sollte dabei derart ausgebildet sein, daß sie taschenförmige Vertiefungen für die Ventile für Turbo-Dieselmotoren enthält, obwohl ihre Wandstärke gleichmäßig bleiben soll, um thermische Spannungen gering zu halten.

20

Ausgehend von der zuvor erwähnten US-PS 3 465 651 wurde bereits mehrfach versucht, eine Verbesserung zu finden. Die gefundenen Lösungen benutzen jedoch eine Vielzahl von Bolzen oder Befestigungselementen, die jedoch lokale Spannungsspitzen hervorrufen. Das auf diese Weise erzielte Vorspannen ist nicht gleichmäßig über die gesamte Krone. Es sind ferner Lösungen bekannt geworden, bei denen die vielen, vorgesehenen Befestigungselemente durch die Kolbenkrone ragen, so daß in diesen Bereichen keine zufriedenstellende Abdichtung des zusammengesetzten Kolbens mehr gegeben ist. Bei anderen Lösungen mit mehreren Befestigungselementen ist die Herstellung und der Zusammenbau außerordentlich schwierig.

35

1 Die Schwierigkeiten und/oder die Nachteile, die zu-
vor geschildert wurden, sind nicht vollständig, sondern
stellen nur eine Auswahl aus vielen, den Fachleuten auf
diesem Gebiet bekannten Schwierigkeiten dar, die den Ein-
5 satz der bekannten zusammengesetzten Kolben in der Praxis
beschränken. Es gibt nämlich darüberhinaus noch eine
große Zahl anderer Probleme bei zusammengesetzten Kolben,
jedoch sollten die zuvor erläuterten Schwierigkeiten nur
demonstrieren, daß bei den bekannten vorgespannten und
10 zusammengesetzten Kolben, die es bisher gibt, Verbesserun-
gen notwendig sind.

Es ist deshalb ein generelles Ziel der Erfindung,
einen neuen, vorgespannten und zusammengesetzten Kolben
15 zu schaffen, bei dem die vorerwähnten Probleme entweder
gar nicht mehr oder nur mehr minimal gegeben sind.

Insbesondere ist die Schaffung eines vorgespannten
zusammengesetzten Kolbens das Ziel der Erfindung, der es
20 erleichtert, in einem mehrzylindrischen Verbrennungs-
kraftmotor einen Ausgleich zu erleichtern bzw. eine hohe
Gleichförmigkeit zu erreichen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt in der Schaf-
25 fung eines vorgespannten zusammengesetzten Kolbens, der ver-
besserte Kühlcharakteristika aufweist.

Ferner wird erfindungsgemäß ein vorgespannter zusam-
mengesetzter Kolben angestrebt, der über die Kolbenkrone
30 ein im wesentlichen konzentrisches Vorspannungsmuster
besitzt.

Angestrebt wird erfindungsgemäß ferner ein vorgespann-
ter zusammengesetzter Kolben, bei dem die Materialkosten
35 verringert und die Herstellung sowie der Zusammenbau ver-
einfacht sind.

1 Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung
eines vorgespannten zusammengesetzten Kolbens, der ohne
weiteres mit einer irregulären Konfiguration der oberen
Kolbenkrone ausgebildet werden kann, so daß die Brenn-
5 raumgestalt optimiert wird, während thermische Spannungen in der Kolbenkrone minimiert werden.

Schließlich ist es noch ein Ziel der Erfindung,
einen vorgespannten zusammengesetzten Kolben zu schaffen,
10 bei dem das Vorspannen ohne eine Durchdringung der Kolbenkrone realisiert ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung,
mit der zumindest einige der vorerwähnten Ziele erreicht
15 werden, besteht aus einem zusammengesetzten Kolben, der im wesentlichen einen zylindrischen Kolbenkörper aus einem verhältnismäßig leichtgewichtigen Werkstoff und eine schützende Krone aufweist, die aus einem gegossenen metallischen Material besteht.

20 Der Kolbenkörper besitzt eine zentrale langgestreckte Öffnung, einen ersten Sitz, um den äußeren Umfang des Kolbenkörpers, einen zweiten Sitz, der im wesentlichen axial ausgerichtet und konzentrisch am Kolbenkörper radial
25 innerhalb des ersten Sitzes liegt, und einen dritten Sitz, der im allgemeinen axial ausgerichtet und konzentrisch am Kolbenkörper radial innerhalb des zweiten Sitzes und radial außerhalb der zentralen langgestreckten Öffnung
30 liegt.

Die Kolbenkrone besitzt eine äußere periphere Schürze mit einem ersten Randabschnitt, der so ausgebildet ist, daß er mit dem ersten Sitz des Kolbenkörpers zu
35 sammenarbeitet, sowie einen zweiten Randabschnitt, der sich im wesentlichen axial erstreckt und radial innerhalb des ersten Randabschnittes an einer tieferliegenden Fläche

1 der Krone angeordnet und so ausgebildet ist, daß er mit
dem zweiten Sitz des Kolbenkörpers zusammenarbeitet, so-
wie einen dritten Randabschnitt, der konzentrisch radial
innerhalb an der unteren Fläche der Krone angeordnet und
5 so ausgebildet ist, daß er mit dem dritten Sitz des Kol-
benkörpers zusammenarbeitet.

Ein mit einem Gewinde ausgestattetes Befestigungsele-
ment erstreckt sich durch die zentrale Öffnung des
10 Körpers und besitzt einen Kopfteil, der gegen einen peri-
pheren Sitz anlegbar ist, welcher sich um die zentrale
Öffnung erstreckt, sowie einen Gewindeabschnitt, der sich
durch die zentrale Öffnung erstreckt und in eine passende
Gewindebohrung eingreift, die koaxial in der unteren Fläche
15 der Krone ausgebildet ist. Der erste, der zweite und der
dritte Randabschnitt der Krone sind axial so dimensioniert,
daß sie in entspanntem Zustand bei voller Auflage des
ersten Randabschnittes auf dem ersten Sitz einen axialen
Spalt zwischen dem zweiten Randabschnitt und dem zweiten
20 Sitz und einen größeren axialen Spalt zwischen dem drit-
ten Randabschnitt und dem dritten Sitz bilden. Das Be-
festigungselement läßt sich so anziehen, daß es nacheinan-
der den zweiten Randabschnitt gegen den zweiten Sitz und
den dritten Randabschnitt gegen den dritten Sitz anpreßt,
25 und zwar ausgehend von einer mittigen Position, um die
Krone gleichmäßig gegen den Kolbenkörper vorzuspannen
und auf diese Weise einen kompakten zusammengesetzten
Kolben zu bilden, in dem beim Arbeiten ein Spannungsgleich-
gewicht herrscht, ohne daß dabei die obere Fläche der
30 Krone durchdrungen wird.

Die obere Fläche der Krone ist mit einer peripheren
Zone ausgestattet, in der erhöhte Segmente und vertiefte
Segmente vorliegen, die die Ventilbewegung in einem Ver-
35 brennungsmotor gestatten. Die korrespondierende untere

1 Fläche der Krone unterhalb der peripheren Zone folgt im
wesentlichen der Kontur der oberen Fläche, so daß die
Wandstärke der Krone im wesentlichen über dem Bereich der
peripheren Zone gleichmäßig ist, um in dieser peripheren
5 Zone und in der Krone thermische Spannungen zu minimieren.

Weitere Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung
gehen aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung
eines bevorzugten Ausführungsbeispiels hervor, das in
10 den Zeichnungen gezeigt ist.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer stationären
15 Diesel-Generator-Baueinheit eines Typs, bei der erfindungs-
gemäße vorgespannte zusammengesetzte Kolben vorteilhaft
verwendet werden;

Fig. 2 einen teilweisen Querschnitt des Dieselmotors
20 der Baueinheit von Fig. 1, wobei ein vorgespannter zusammen-
gesetzter Kolben in einer Zylinderbuchse eines 18-Zylinder-
V-Dieselmotors angeordnet ist;

Fig. 3 eine Draufsicht auf eine bevorzugte Ausführ-
25 rungsform eines erfindungsgemäßen vorgespannten zusammen-
gesetzten Kolbens, wobei die obere Fläche der Kolbenkrone
zum Ermöglichen der Ventilbewegung in einem aufgeladenen
Dieselmotor konturiert ist;

Fig. 4 einen detaillierten Querschnitt des vorge-
30 spannten zusammengesetzten Kolbens von Fig. 3, wobei
der Kolbenkörper in einer Schnittebene 4-4 und die Kolben-
krone in einer Schnittebene 4-4a gezeigt sind;

- 1 Fig. 5 eine Draufsicht auf den Kolbenkörper, wobei
Ölkanäle angedeutet sind, die zum Kühlen der Kolbenkrone
dienen,
- 5 Fig. 6 einen Teilschnitt in der Ebene 6-6 in Fig. 5;
Fig. 7 einen Teilschnitt in der Ebene 7-7 in Fig. 5;
Fig. 8 einen Teilschnitt in der Ebene 8-8 in Fig. 5;
- 10 Fig. 9 einen Teilschnitt in der Ebene 9-9 in Fig. 5;
Fig. 10 eine Explosions-Schnittdarstellung eines er-
findungsgemäßen zusammengesetzten Kolbens vor dem Zusam-
- 15 menbau;
Fig. 11 einen Querschnitt durch den zusammengesetzten
Kolben von Fig. 10, wobei ein erster Randbereich der Kolben-
krone auf einem ersten Sitz am Außenumfang des Kolben-
- 20 körpers aufsitzt;
Fig. 12 einen Teilschnitt in der Ebene 12-12 von
Fig. 5;
- 25 Fig. 13 einen Querschnitt in der Ebene 13-13 von
Fig. 5 durch den Kolbenkörper;
- Fig. 14 einen Querschnitt durch den zusammengesetzten
Kolben von Fig. 10, wobei ein zweiter Randabschnitt der
30 Kolbenkrone durch ein zentrales Befestigungselement in
Auflage auf einen zweiten Sitz des Kolbenkörpers gezogen
wird, um in der Kolbenkrone eine teilweise Vorspannung
mit einem gleichmäßigen Umfangsmuster zu schaffen; und
- 35 Fig. 15 einen Querschnitt durch den zusammengesetzten
Kolben von Fig. 14, wobei mit dem Befestigungselement ein

1 dritter Randabschnitt der Krone in eine Auflage auf
einen dritten Sitz des Kolbenkörpers gezogen wird, wobei
die Kolbenkrone von einer einzigen zentralen Stelle ohne
Durchdringung der Krone symmetrisch vorgespannt ist.

5

Ehe im Detail auf den erfindungsgemäßen vorgespannten zusammengesetzten Kolben eingegangen werden soll, ist es zweckmäßig, den Hintergrund für den Einsatz solcher zusammengesetzter Kolben zu schildern.

10

Gemäß Fig. 1 und 2 sind vorgespannte zusammengesetzte Kolben besonders für stationäre Dieselmotoren, die elektrische Generatoren antreiben, zweckmäßig. Fig. 1 zeigt einen elektrischen Generator 20, der direkt mit der
15 Abtriebswelle eines 18-zylindrigen Dieselmotors 22 gekuppelt ist. Der Dieselmotor wird durch einen Kompressor 24 aufgeladen, der Hochdruckluft durch einen zentralen Verteiler 26 in die Brennkammer über Leitungen 28 speist.

20

Die Zylinder sind paarweise in V-Anordnung im Motorblock 30 arrangiert und Zylinderbüchsen 32 nehmen zusammengesetzte Kolben (Fig. 2) auf. Jeder zusammengesetzte Kolben 34 ist mit einer Kurbelwelle durch einen Kolbenzapfen 36 und eine Pleuelstange 38 verbunden. Für jeden
25 Zylinder sind vier Ventile 40 vorgesehen, die offen sind, wenn der Kolben den oberen Totpunkt durchfährt. Um die Brennraumform optimal zu halten, ist es erforderlich, im oberen Teil des Kolbens ausgeschnittene Zonen vorzusehen,
30 die ein Anschlagen des Kolbens an den offenen Ventilen verhindern, wenn der Kolben den oberen Totpunkt durchfährt. Es hat sich weiterhin gezeigt, daß der Gleichlauf des Motors verbessert wird, wenn die sich bei jedem Kolben oberhalb des Kolbenbolzens befindliche Masse so gering ge-
35 halten werden kann wie möglich.

1 Aus den Fig. 3 und 4 ist im Detail ein erfindungsge-
mäßiger zusammengesetzter und vorgespannter Kolben erkenn-
bar. Der Kolben 34 besitzt eine Kappe oder Krone 50.
5 Eine obere Fläche 52 der Krone bildet einen zentralen Ke-
gel, der für die Brennstoffverteilung und für die Optimie-
rung der Brennraumform wichtig ist. Ferner ist die obere
Fläche der Krone mit mehreren erhöhten Segmenten 54 in
einer Umfangszone ausgestattet, die sich über die Fläche
10 der Krone erheben. Zwischen den erhöhten Segmenten 54 be-
finden sich vertiefte Segmente 56, die nach innen bogen-
förmig verlaufen und das Eintreten der Ränder der Ventile
40 im oberen Totpunkt des Arbeitstaktes des Motors zu-
lassen.

15 Es ist hervorzuheben, daß die Wandstärke der Krone
über diese Umfangszone im wesentlichen gleichförmig ge-
halten ist, um thermische Spannungen der Krone so gering
wie möglich zu halten. Diese gleichbleibende Dicke läßt
20 sich ohne teures Bearbeiten durch Gießen erreichen. Gieß-
bare Eisenmetalle lassen sich vorteilhaft hier verwenden,
im Gegensatz zu den bisher üblichen hochfesten Legierun-
gen, die sehr teuer bearbeitet werden mußten und die für
die Schaffung der Ventiltaschen nachträglich von Hand
25 bearbeitet werden mußten.

Die Kolbenkrone enthält ferner eine konturierte un-
tere Fläche mit einer äußeren peripheren Schürze 57
mit einem ersten Randabschnitt 58, einen zweiten Rand-
30 abschnitt 60 und einen dritten Randabschnitt 62. Die
Randabschnitte sind konzentrisch und lassen sich auf
korrespondierende Sitze eines Abschnitts des Kolbenkör-
pers aufsetzen, der nachstehend im Detail erläutert wird.
Die Umfangsschürze enthält eine Vielzahl paralleler Um-
35 fangskanäle 64 für Kolbenringe. Die hochfeste Eisenle-
gierung der Krone verhindert einen übermäßigen Ver-
schleiß und ein Ausschlagen des Kolbens durch die Kolben-
ringe.

1 Ein zweiter Abschnitt des zusammengesetzten Kolbens
34 wird von einem im allgemeinen zylindrischen Kolben-
körper 70 gebildet. Dieser Kolbenkörper 70 besteht zweck-
mäßigerweise aus einem leichtgewichtigen Werkstoff, wie
5 einer Aluminiumlegierung, die gute Gleiteigenschaften auf-
weist. Eine zentrale längliche Öffnung 72 erstreckt sich
in axialer Richtung durch den Kolbenkörper und nimmt ein
Befestigungselement auf. Eine Querbohrung 74 erstreckt
sich im rechten Winkel zu der Achse 72. Eine Pleuelstange
10 38 ist mit dem Kolbenkörper durch einen Kolbenzapfen 36
verbunden, der in der Bohrung 74 sitzt.

Am Kolbenkörper ist ein erster Sitz 76 am Außenum-
fang ausgebildet. Ein zweiter Sitz 78 wird von einem
15 Auflagering 80 gebildet, der in einer Vertiefung 82 sitzt.
Der zweite Sitz ist im wesentlichen axial ausgerichtet
und konzentrisch zum ersten Sitz 76 am Kolbenkörper an-
geordnet. Ferner ist ein dritter Sitz 84 vorgesehen, der
im wesentlichen axial ausgerichtet und konzentrisch radial
20 innerhalb des zweiten Sitzes 78 und radial außerhalb der
zentralen Öffnung 72 liegt.

Durch die Öffnung 72 im Kolbenkörper erstreckt sich
ein ein Gewinde aufweisendes Befestigungselement oder
25 ein gedrehter Bolzen 90. Er besitzt einen Kopf 92 und
einen ein Gewinde tragenden Schaft 94. Eine Unterleg-
scheibe 96 und eine Vielzahl von Federscheiben 98 werden
vom Bolzen 90 getragen und liegen gegen einen Anschlag 100
an, der von einer hinterschnittenen Fläche im Kolbenkörper
30 gebildet wird. Eine Gewindebohrung 102 ist coaxial in der
unteren Fläche der Krone 50 angeordnet. Wenn angezogen,
zieht der Bolzen 90 die Krone unter Vorspannung gegen den
Kolbenkörper, was nachfolgend erläutert wird.

1 Zum Kühlen der Kolbenkrone 50 zirkuliert Öl unter-
halb der Krone in Kammern oder Nischen. Zu diesem Zweck
begrenzt eine innere Fläche der Krone zwischen dem ersten
Randabschnitt 58 und dem zweiten Randabschnitt 60 und
5 eine axiale Fläche 104 des Kolbenkörpers eine erste peri-
phere Kühlnische 106 unterhalb der Krone.

In ähnlicher Weise wird eine zweite Kühlnische 108
konzentrisch innerhalb der ersten Kühlnische 106 zwischen
10 dem zweiten Randabschnitt 60 und dem dritten Randabschnitt
62 der Kolbenkrone gebildet. Diese zweite Kühlnische ent-
hält einen vertieften Abschnitt 108 im Kolbenkörper,
so daß die zweite Kühlnische ein Weiten/Höhen-Verhältnis
A:B von annähernd 1 besitzt. Diese Dimensionierung der
15 zweiten Nische verbessert vorteilhafterweise den Verwir-
belungseffekt für das kühlende Öl und damit die Kühlung
für die Kolbenkrone.

Schließlich ist eine dritte Kühlnische 110 unterhalb
20 der Kolbenkrone zwischen der inneren Oberfläche der Öff-
nung 72 und der äußeren Oberfläche des Schaftes 94
gebildet.

Aus den Fig. 4 bis 7 ist ein System erkennbar, mit
25 dem kühlendes Öl vom Motorkurbelgehäuse in die Kühlnischen
des Kolbens lieferbar ist. Das Öl wird in den Kolbenkörper
70 durch eine Bohrung 114 (Fig. 4) in der Pleuelstange 38
gepumpt. Das Öl wandert dann durch eine Bohrung 116 im
Kolbenzapfen 36 und axial in beiden Richtungen entlang
30 einem zylindrischen Ringraum, den eine koaxiale Hülse 118
begrenzt. Das Öl gelangt dann durch Bohrungen 120 und 122
und Kanäle 124 und 126 nach außen. Der Kanal 124 (Fig. 6)
steht mit einer Bohrung 128 in Verbindung, die in die
erste Kühlnische 106 im Bereich eines Auslasses 130
35 (Fig. 5) mündet. In ähnlicher Weise tritt Öl aus dem

-13- 14-

1 Kanal 126 in die erste Kühlnische über einen Auslaß 132 ein.

5 Aus der ersten Nische 106 gelangt das Öl durch eine Vielzahl von Bohrungen 134, die sich durch die Kolbenkrone erstrecken (Fig. 4), weiter. Obwohl nur zwei dieser Bohrungen gezeigt sind, können zusätzliche Ölwege vorgesehen sein, um den Ölfluß in die zweite Kühlnische zu verstärken. Eine Vielzahl von Bohrungen 140 erstrecken
10 sich durch den Kolbenkörper und stellen eine Strömungsverbindung zwischen der zweiten und der dritten Kühlnische her.

Da bei der raschen Auf- und Abbewegung des Kolbens
15 das Öl von Nische zu Nische gepumpt wird, ergibt sich in den Nischen ein starker Verwirbelungseffekt. Die kontinuierliche Zirkulation des Öls und der Verwirbelungseffekt in den drei toroidalen Nischen unterhalb der Kolbenkrone führen dazu, daß die Kolbenkrone verhältnismäßig
20 kühl bleibt und daß thermische Spannungen innerhalb der Krone weitgehend unterbleiben.

Das Rückführen des kühlenden Öles zum Sumpf wird durch eine Vielzahl von Bohrungen 142 bewerkstelligt, die
25 zwischen der zweiten Nische 108 und einer Vertiefung 144 im Kolbenkörper oberhalb der Pleuelstange angeordnet sind (Fig. 8). In ähnlicher Weise kann das Öl aus der dritten Nische durch Bohrungen 146 abströmen, die in eine Vertiefung 144 (Fig. 9) führen.

30

Die Fig. 10 bis 15 stellen infolgedessen die einzelnen Schritte beim Zusammenbau des Kolbens dar. In Fig. 10 ist die Krone 50 oberhalb des Kolbenkörpers 70 dargestellt. Ein gehärteter Auflagering 80 wird zunächst
35 in die Vertiefung 82 eingesetzt, um den Sitz zu bilden.

- 1 Die Krone 50 wird dann, gemäß Fig. 11, auf dem Kolbenkörper 70 befestigt.

5 Der Innendurchmesser der Kronenschürze 57 ist geringfügig kleiner als der Außendurchmesser des Kolbendurchmessers, so daß sich hier ein leichter Preßsitz ergibt. Um den Zusammenbau zu erleichtern wird Öl mit hohem Druck (6000 psig) durch eine Bohrung 150 im Kolbenkörper 70 (Fig. 12) zur Schürze 57 gepreßt. Dieses Öl expandiert
10 die Schürze der Krone. Gleichzeitig wird eine Preßkraft (von 2000 lbs) auf die Krone aufgebracht (wie durch Pfeile C in Fig. 11 angedeutet wird), um die Krone auf den Kolbenkörper aufzupressen, bis der erste Randabschnitt 58 der Krone fest auf dem ersten Sitz 76 des Kolbenkörpers
15 aufsitzt. Wie in den Fig. 5 und 13 gezeigt ist, dient die Bohrung 152 zum Abführen des Öles während dieses Zusammenbau-Schrittes.

20 Die axialen Abmessungen der Randabschnitte 58, 60 und 62 der Krone, in unverspanntem Zustand, sind so gewählt, daß bei vollem Aufsitzen des ersten Randabschnittes 58 auf dem ersten Sitz 76 ein axialer Spalt zwischen dem zweiten Randabschnitt 60 und dem zweiten Sitz 78 und ein
25 größerer axialer Spalt zwischen dem dritten Randabschnitt 62 und dem dritten Sitz 84 vorliegen, wie Fig. 11 zeigt.

30 Gemäß Fig. 14 greift der Bolzen 90 an der Kolbenkrone 50 an und zieht diese in Richtung auf den Kolbenkörper 70 hin. Sobald der Bolzen 90 angezogen wird, wird der zweite Randabschnitt 60 der Kolbenkrone zur Auflage auf den zweiten Sitz 78 gezogen. Entsprechend wird die Kolbenkrone zwischen dem ersten und dem zweiten Randabschnitt in einen symmetrischen Vorspannungszustand versetzt. Dabei ist der
35 dritte Randabschnitt 62 noch vom dritten Sitz 84 (Fig. 14) entfernt.

1 In Fig. 15 ist die Kolbenkrone 50 endgültig auf den
 Kolbenkörper 70 aufmontiert. Der Bolzen 90 ist voll ange-
 zogen worden und die Federscheiben 98 sind teilweise flach
 gepreßt. Der dritte Randabschnitt 62 der Krone ist in
 5 Anlage auf den dritten Sitz 84 gepreßt. Dadurch ist die
 Kolbenkrone 50 voll vorgespannt und zwar im wesentlichen
 gleichmäßig und konzentrisch von einer zentralen Stelle
 aus, ohne daß die obere Fläche der Krone durchdrungen
 würde.

10

Mit dem auf die vorerwähnte Weise zusammengebauten
 vorgespannten zusammengesetzten Kolben werden mehrere
 Vorteile erreicht, von denen nur die hauptsächlichsten er-
 wähnt werden sollen.

15

Der erfindungsgemäße vorgespannte Kolben ist in
 axialer Richtung kompakt und besitzt oberhalb des Kolben-
 zapfens eine reduzierte Höhe und nur eine geringe Masse.
 Die Verringerung der Masse am Ende der Pleuelstange ver-
 20 bessert den Gleichlauf der Verbrennungskraftmaschine.

20

Erfindungsgemäß ist ferner eine vergrößerte erste
 Kühlnische und eine zweite Kühlnische geschaffen, deren
 Weiten/Höhen-Verhältnis bei annähernd 1 liegt. Dieses
 25 Verhältnis verbessert den Verwirbelungs- und Kühleffekt
 des zirkulierenden Öls.

25

Nur ein einziger Schraubbolzen ist notwendig, um die
 30 Krone von einer zentralen Stelle aus konzentrisch und auf-
 einanderfolgend vorzuspannen. Dabei ist es wichtig, daß
 die erhebliche und gleichmäßige Vorspannung ohne eine Durch-
 dringung der oberen Fläche der Krone bewerkstelligt wird.

30

Ferner ist es möglich, die Krone aus Eisenlegierungen
 35 zu gießen, die preiswerter sind, als die bisher verwende-
 ten hochzugfesten Legierungen. Gleichzeitig kann der Gieß-

35

- 1 prozeß der Krone so ausgelegt werden, daß die Ventilvertiefungen in der oberen Fläche der Krone geformt werden. Auf diese Weise werden teure Nachbearbeitungsschritte für die Ventiltaschenflächen eliminiert, wie auch das mühsame
- 5 Ausrunden der Taschen von Hand. Weiterhin kann durch eine Anwendung eines Gießverfahrens die Unterseite der Krone so konturiert werden, daß sie der Oberseite folgt. Auf diese Weise wird im besonderen im äußeren peripheren Bereich der Krone eine gleichmäßige Wandstärke erzielt,
- 10 die thermische Spannungen beim Arbeiten des Kolbens in diesem Bereich gering hält.

- Vorstehend wurde nur eine bevorzugte Ausführungsform und mit dieser verbunden verschiedene Vorteile erläutert.
- 15 Es sind jedoch für einen Fachmann weitere Änderungen ohne weiteres durchführbar, ohne daß der Rahmen der Erfindung dadurch verlassen werden würde.

20

25

30

35

A. GRÜNECKER, DR. ING.
DR. H. KINKELDEY, DR. ING.
DR. W. STOCKMAIR, DR. ING. (AUTOM.)
DR. K. SCHÜMANN, DR. ING.
P. H. JAKOB, DR. ING.
DR. G. BEZOLD, DR. ING.
W. MEISTER, DR. ING.
H. HILGERS, DR. ING.
DR. H. MEYER-PLATH, DR. ING.

Alco Power Inc.
100 Orchard Street
Auburn, New York 13021
U.S.A.

8000 MÜNCHEN 22
MAXIMILIANSSTRASSE 43

P 17 965 -25
23.8.1983

Zusammengesetzter Kolben

Patentansprüche

1. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor, gekennzeichnet durch
einen im wesentlichen zylindrischen Kolbenkörper (70)
aus einem verhältnismäßig leichtgewichtigen Material,
in dem eine zentrale langgestreckte Öffnung (72), ein
erster, am Außenumfang des Kolbenkörpers (70) ausgebilde-
ter peripherer Sitz (76), ein zweiter radial innerhalb
des ersten Sitzes (76) und dazu konzentrischer und axial
ausgerichteter Sitz (78) sowie ein dritter Sitz (84)
angeordnet sind, der am Kolbenkörper (70) im wesent-
lichen axial ausgerichtet und konzentrisch radial inner-
halb des zweiten Sitzes (78) und radial außerhalb der zen-
tralen langgestreckten Öffnung (72) liegt,
durch eine aus gegossenem metallischen Werkstoff gebildete
Krone (50) mit einer oberen und einer unteren konturierten
Fläche, wobei an der Krone eine äußere periphere Schürze

- 1 mit einem ersten Randabschnitt (58) angeordnet und so ausgebildet ist, daß sie mit dem ersten Sitz (76) des Kolbenkörpers (70) in Eingriff bringbar ist, wobei ferner ein zweiter Randabschnitt (60) sich radial innerhalb des ersten
- 5 Randabschnittes (58) an der unteren Fläche der Krone (50) in axialer Richtung erstreckt und so ausgebildet ist, daß er mit dem zweiten Sitz (78) des Kolbenkörpers (70) zusammenarbeitet, und wobei ferner ein dritter konzentrisch radial, innerhalb des zweiten Randabschnittes (58) an
- 10 der unteren Fläche der Kolbenkrone (50) liegender Randabschnitt (62) vorgesehen und derart ausgebildet ist, daß er mit dem dritten Sitz (84) des Kolbenkörpers (70) zusammenarbeitet;
- durch ein Gewinde aufweisende Befestigungsmittel (90),
- 15 die sich durch die zentrale Öffnung (72) des Kolbenkörpers (70) erstrecken und einen Kopfteil (92) aufweisen, der gegen einen Umfangssitz (100) um die Öffnung (72) anlegbar ist, und einen Gewindeabschnitt (94) aufweist, der sich durch die zentrale Öffnung (72) hindurch erstreckt
- 20 und in eine entsprechende Gewindebohrung (102) einschraubbar ist, die in der unteren Fläche der Krone (50) ausgebildet ist,
- wobei der erste, der zweite und der dritte Randabschnitt (58, 60, 62) der Krone mit ihren axialen Erstreckungen
- 25 derart ausgelegt sind, daß sie in nicht verspanntem Zustand der Krone bei voller Auflage des ersten Randabschnittes (58) auf dem ersten Sitz (76) einen axialen Spalt zwischen dem zweiten Randabschnitt (60) und dem zweiten Sitz (78) und einen größeren axialen Spalt zwischen
- 30 dem dritten Randabschnitt (62) und dem dritten Sitz (84) bilden, und wobei die Befestigungsmittel (90) derart betätigbar sind, daß sie aufeinanderfolgend den zweiten Randabschnitt (60) auf den zweiten Sitz (78) und den dritten Randabschnitt (62) auf den dritten Sitz (84)
- 35 pressen, ausgehend von einer zentralen Stelle, um die

1 Krone gegen den Kolbenkörper konzentrisch vorzuspannen
und einen kompakten zusammengesetzten Kolben zu bilden,
mit dem ein gleichmäßiger Kolbenlauf im Betrieb des Mo-
tors erreichbar ist, ohne daß die obere Fläche der Krone
5 durchdrungen wird, und
wobei die obere Fläche der Krone (50) eine Umfangszone
mit erhöhten Segmenten (54) und vertieften Segmenten (52)
für die ungehinderte Ventilbewegung im Verbrennungsmotor
aufweist, und wobei die korrespondierende untere Fläche
10 der Krone unterhalb der peripheren Zone im wesentlichen
der Kontur der oberen Fläche derart folgt, daß die Wand-
stärke der Krone im Bereich der peripheren Zone gleich-
bleibt, um thermische Spannungen in der Krone über diese
periphere Zone zu minimieren.

15

2. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
die untere Fläche der Krone (50) zwischen dem ersten Rand-
abschnitt (58) und dem zweiten Randabschnitt (60) und
20 einer axialen Fläche (104) des Kolbenkörpers (70) zwi-
schen dem ersten Sitz (76) und dem zweiten Sitz (78)
eine erste periphere Kühlnische (106) unterhalb der Krone
begrenzen.

25

3. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die
untere Fläche der Krone (50) zwischen dem zweiten Rand-
abschnitt (60) und dem dritten Randabschnitt (62) und
einer axialen Fläche des Kolbenkörpers (70) zwischen
30 dem zweiten Sitz (78) und dem dritten Sitz (84) eine
zweite periphere Kühlnische (106) begrenzen, die kon-
zentrisch innerhalb der ersten Kühlnische (106) unter-
halb der Krone verläuft.

35

1 4. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 3, gekennzeichnet durch
erste und sich durch den Kolbenkörper (70) erstreckende
5 Bohrungsmittel (124, 126) zum Verbinden der ersten peri-
pheren Kühlnische (106) mit einer Kühlölquelle und
durch wenigstens eine zweite Bohrung (134), die sich in-
nerhalb der Krone (50) zwischen der ersten peripheren
Kühlnische (106) und der zweiten peripheren Kühlnische
10 (108) erstreckt, um dem Kühlmittel eine Strömung zwischen
der ersten und der zweiten Kühlnische zu gestatten.

5. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß
15 zumindest eine zweite Bohrung aus wenigstens zwei Boh-
rungen (134) besteht, die sich von der ersten peripheren
Kühlnische (106) durch den zweiten Randabschnitt (60)
der Krone in die zweite periphere Kühlnische (108) er-
strecken.

20 6. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß
das Weiten/Höhen-Verhältnis A:B der zweiten peripheren
Kühlnische (106) bei annähernd 1 liegt.

25 7. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß
die innere Oberfläche der zentralen langgestreckten Öff-
nung (72) im Kolbenkörper (70) und die äußere Oberfläche
30 der Befestigungsmittel (90) eine dritte periphere Kühl-
nische (110) unterhalb der Krone begrenzen und daß dritte
Bohrungsmittel (146) sich zwischen der zweiten peripheren
Kühlnische (108) und der dritten peripheren Kühlnische
(110) für einen Kühlmittelfluß zwischen diesen beiden
35 Kühlnischen erstrecken.

1 8. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor, gekennzeichnet durch einen
im wesentlichen zylindrischen Kolbenkörper (70) aus einem
verhältnismäßig leichtgewichtigen Werkstoff mit einer
5 zentralen langgestreckten Öffnung (72), mit einem sich
außen und oben um den Umfang des Kolbenkörpers erstrecken-
den ersten Sitz (76), mit einem radial innerhalb des
ersten Sitzes (76) und konzentrisch zu diesem verlaufen-
den zweiten Sitz (78) und mit einem am Kolbenkörper radial
10 innerhalb des zweiten Sitzes und radial außerhalb der
zentralen langgestreckten Öffnung (72) konzentrisch dazu
verlaufenden dritten Sitz (84), und
durch eine eine obere und eine untere konturierte Fläche
aufweisende Kolbenkrone (50), die eine äußere periphere
15 Schürze (57) mit einem ersten Randabschnitt (58) aufweist,
der so ausgebildet ist, daß er mit dem ersten Sitz (76)
des Kolbenkörpers (70) zum gegenseitigen Eingriff bring-
bar ist, mit einem zweiten radial innerhalb des ersten
Randabschnittes (58) an der unteren Seite der Krone an-
20 geordneten Randabschnitt (60), der so ausgebildet ist,
daß er mit dem zweiten Sitz (78) des Kolbenkörpers (70)
zusammenarbeitet, und mit einem dritten konzentrisch radial
innerhalb des zweiten Randabschnittes (60) an der unteren
Fläche der Krone angeordneten dritten Randabschnitt (62),
25 der so ausgebildet ist, daß er mit dem dritten Sitz (84)
des Kolbenkörpers (70) zusammenarbeitet,
durch sich durch die zentrale Öffnung (72) des Kolbenkör-
pers (70) erstreckende Bolzenmittel (90) mit einem Kopf
(92), der gegen eine periphere Sitzfläche (100) im Kolben-
30 körper (70) anlegbar ist und einen gewindetragenden Ab-
schnitt (94) besitzt, der in eine Gewindebohrung (102)
einschraubbar ist, die koaxial in der unteren Fläche der
Kolbenkrone (50) ausgebildet,
wobei der erste, der zweite und der dritte Randabschnitt
35 (58, 60, 62) der Krone (50) in axialer Richtung derart be-
messen sind, daß sie bei nicht vorgespannter Krone und

- 1 bei Auflage des ersten Randabschnitts (58) auf dem ersten Sitz (76) einen axialen Spalt zwischen dem zweiten Randabschnitt (60) und dem zweiten Sitz (78) und einen größeren axialen Spalt zwischen dem dritten Randabschnitt (62) und dem dritten Sitz (84) bilden, und wobei die Bolzenmittel (90) derart betätigbar sind, daß sie aufeinanderfolgend den zweiten Randabschnitt (60) zur Anlage an den zweiten Sitz (80) und den dritten Randabschnitt (62) zur Anlage an den dritten Sitz (84), ausgehend von einer einzigen zentralen Stelle, bringen, und die Krone gegen den Kolbenkörper gleichmäßig vorspannen und einen kompakten zusammengesetzten Kolben bilden, mit dem der Gleichlauf des Kolbens im Motor verbessert wird, ohne daß die obere Fläche der Kolbenkrone durchdrungen würde,
- 10 durch eine erste periphere Kühlnische (106) unterhalb der Kolbenkrone, die von dem ersten Randabschnitt (58) und dem zweiten Randabschnitt (60) und einer axialen Fläche (104) des Kolbenkörpers (70) zwischen dem ersten Sitz (76) und dem zweiten Sitz (78) begrenzt wird,
- 20 durch eine zweite periphere Kühlnische (108) unterhalb der Kolbenkrone, die durch den zweiten Randabschnitt (60) und den dritten Randabschnitt (62) und einer axialen Fläche des Kolbenkörpers zwischen dem zweiten Sitz (78) und dem dritten Sitz (84) begrenzt wird,
- 25 durch erste Bohrungen (124, 126), die sich durch den Kolbenkörper hindurch erstrecken und die erste periphere Kühlnische (106) mit einer Kühlmittelquelle verbinden, und durch wenigstens eine zweite Bohrung (134), die sich in der
- 30 Kolbenkrone (50) zwischen der ersten peripheren Kühlnische (106) und der zweiten peripheren Kühlnische (108) zur Herstellung einer Strömungsverbindung zwischen den beiden Nischen erstreckt.

1 9. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das
Weiten/Höhen-Verhältnis A/B der zweiten peripheren Kühl-
nische (108) bei annähernd 1 liegt.

5

10 10. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekenn-
zeichnet, daß eine zweite Bohrung aus wenigstens zwei
Bohrungen (134) besteht, die sich von der ersten peripheren
Kühlnische (106) durch den zweiten Randabschnitt (60)
der Kolbenkrone (50) in die zweite periphere Kühlnische
(108) erstrecken.

15

11. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die
obere Fläche der Kolbenkrone (50) eine periphere Zone
mit erhöhten Segmenten (54) und vertieften Segmenten (52)
für eine ungehinderte Ventilbewegung des Verbrennungs-
motors aufweist, und daß die korrespondierende untere Fläche
20 der Kolbenkrone unterhalb der peripheren Zone im wesent-
lichen der Kontur der oberen Fläche folgt, derart, daß
die Wandstärke der Krone in dieser peripheren Zone im
wesentlichen gleich bleibt, um thermische Spannungen über
diesem peripheren Bereich in der Krone zu minimieren.

25

12. Zusammengesetzter Kolben für einen Verbrennungs-
motor gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß
die innere Oberfläche der zentralen langgestreckten Öff-
nung (72) des Kolbenkörpers (70) und die äußere Ober-
30 fläche der Bolzenmittel (90) eine dritte periphere Kühl-
nische (110) unterhalb der Krone bilden, und daß dritte
Bohrungsmittel (146) sich zwischen der zweiten periphe-
ren Kühlnische (108) und der dritten peripheren Kühl-
nische (110) für einen Kühlmittelfluß zwischen diesen
35 beiden Kühlnischen erstrecken.

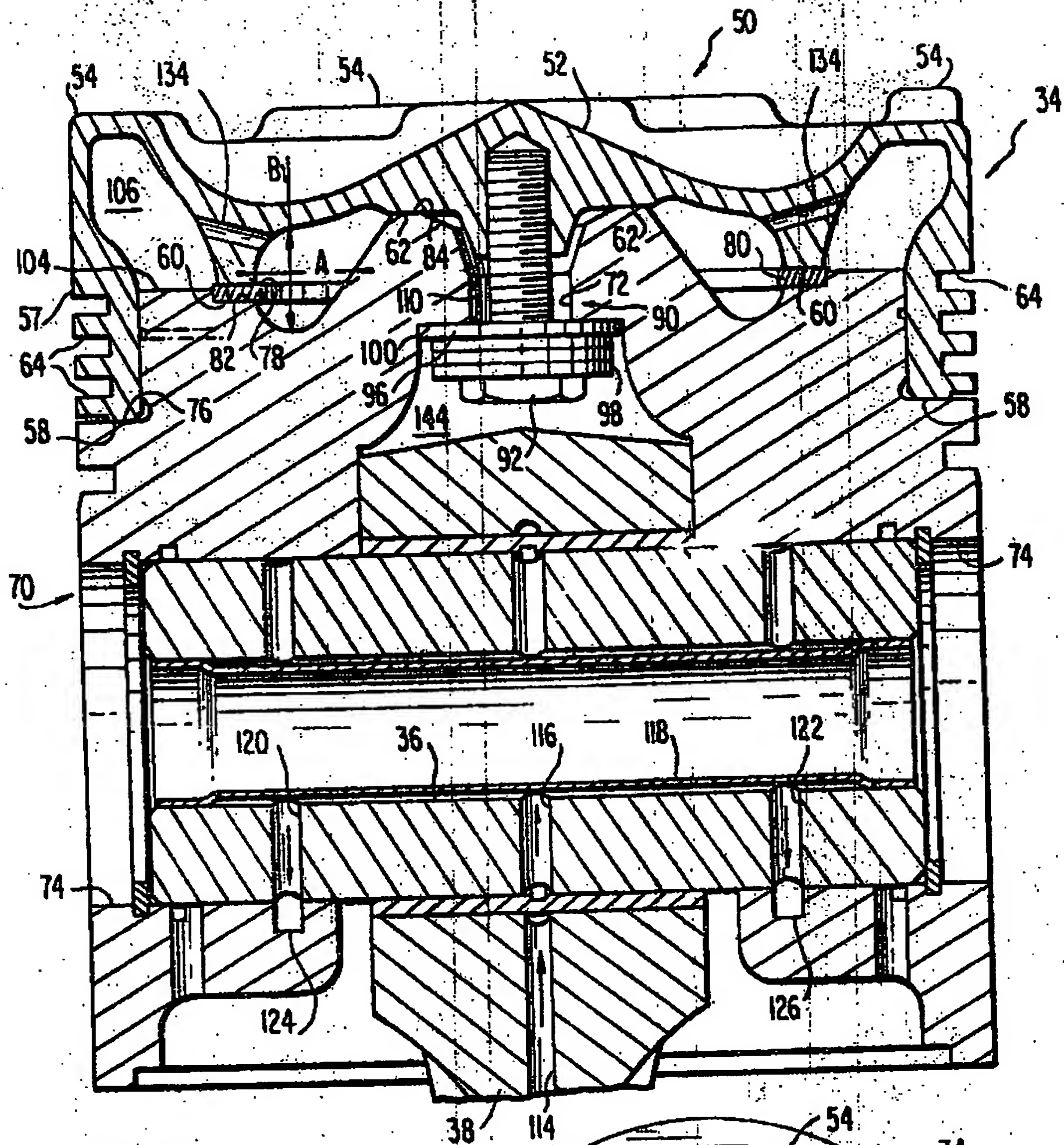


FIG. 4

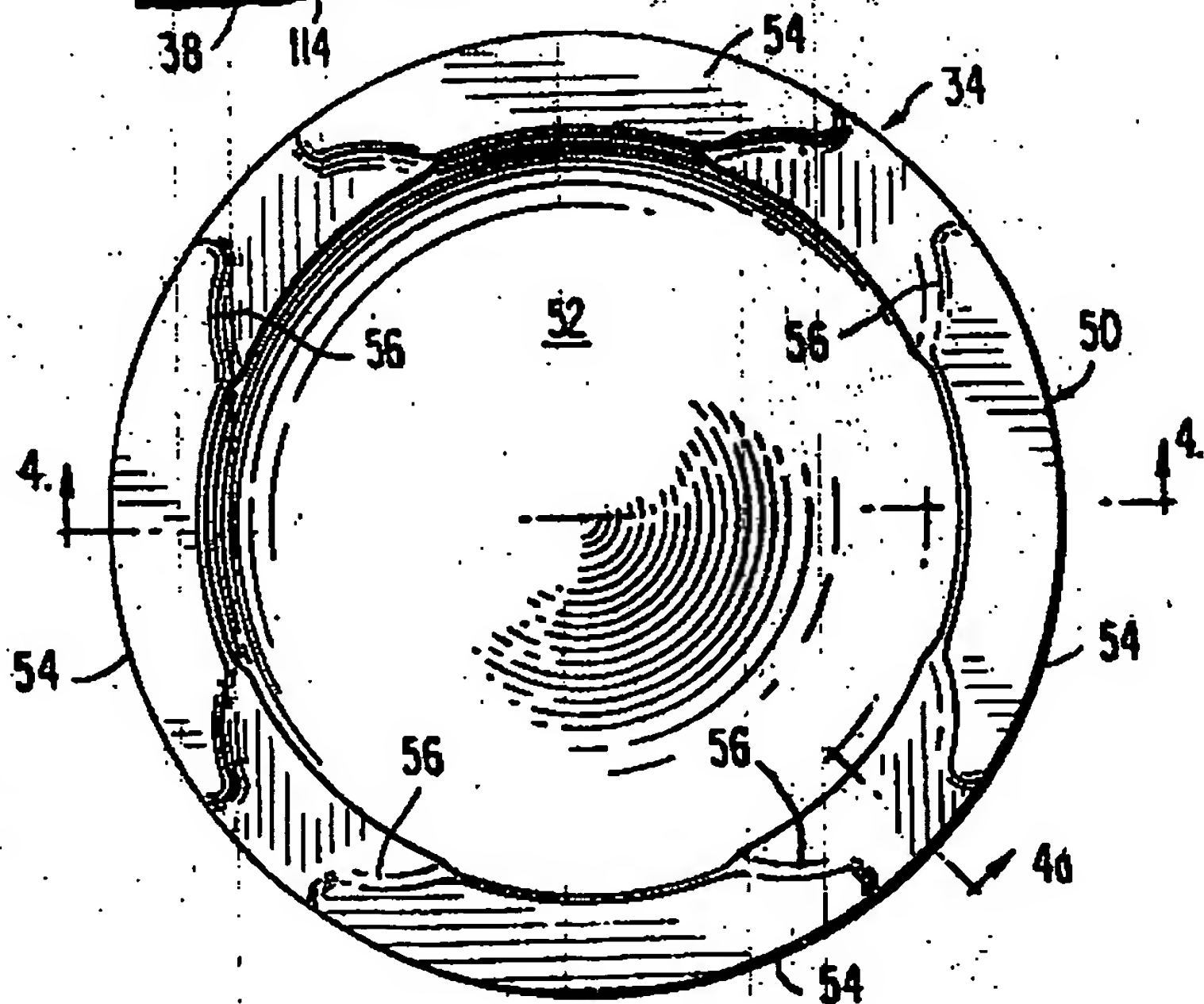


FIG. 3

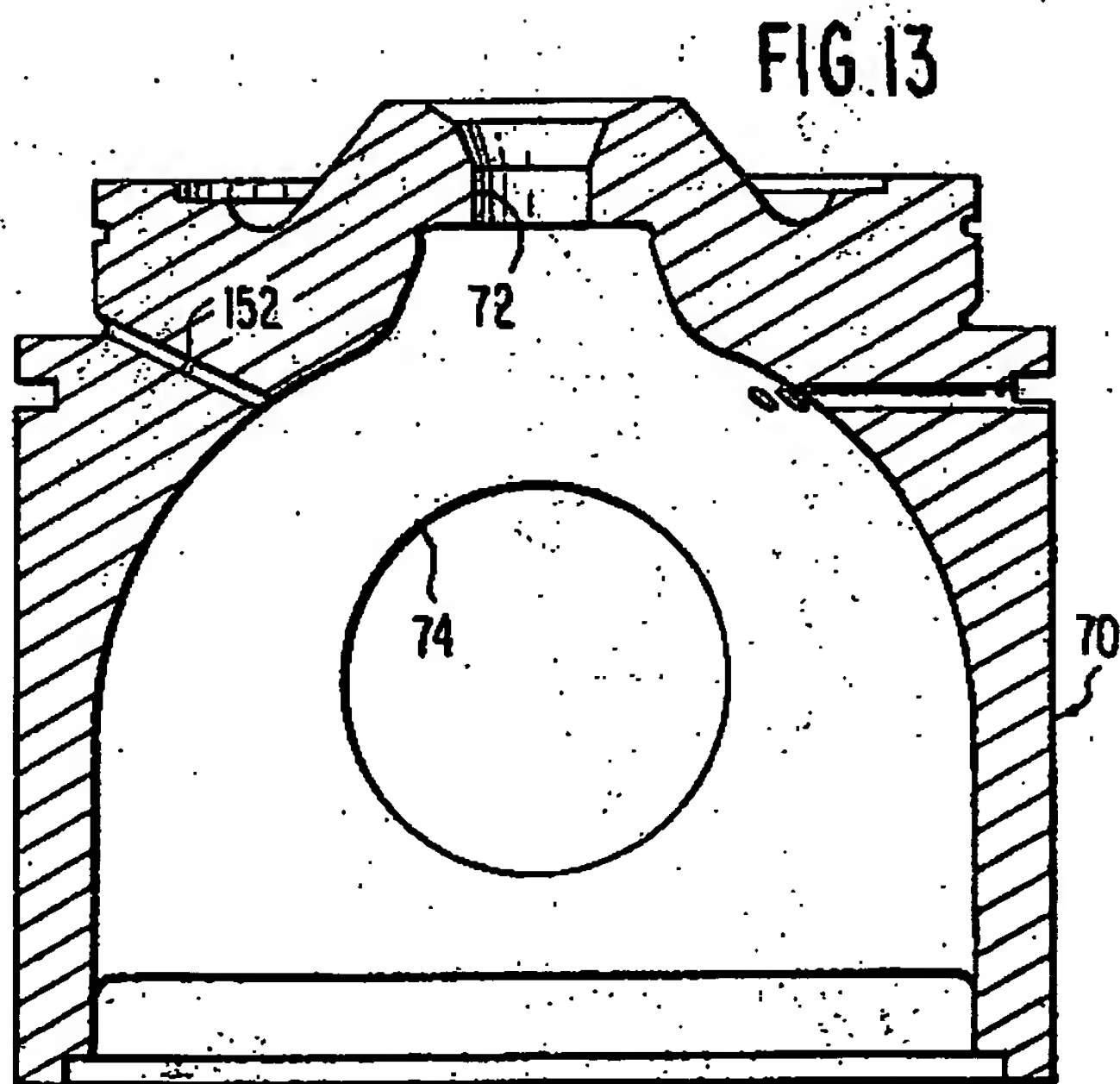
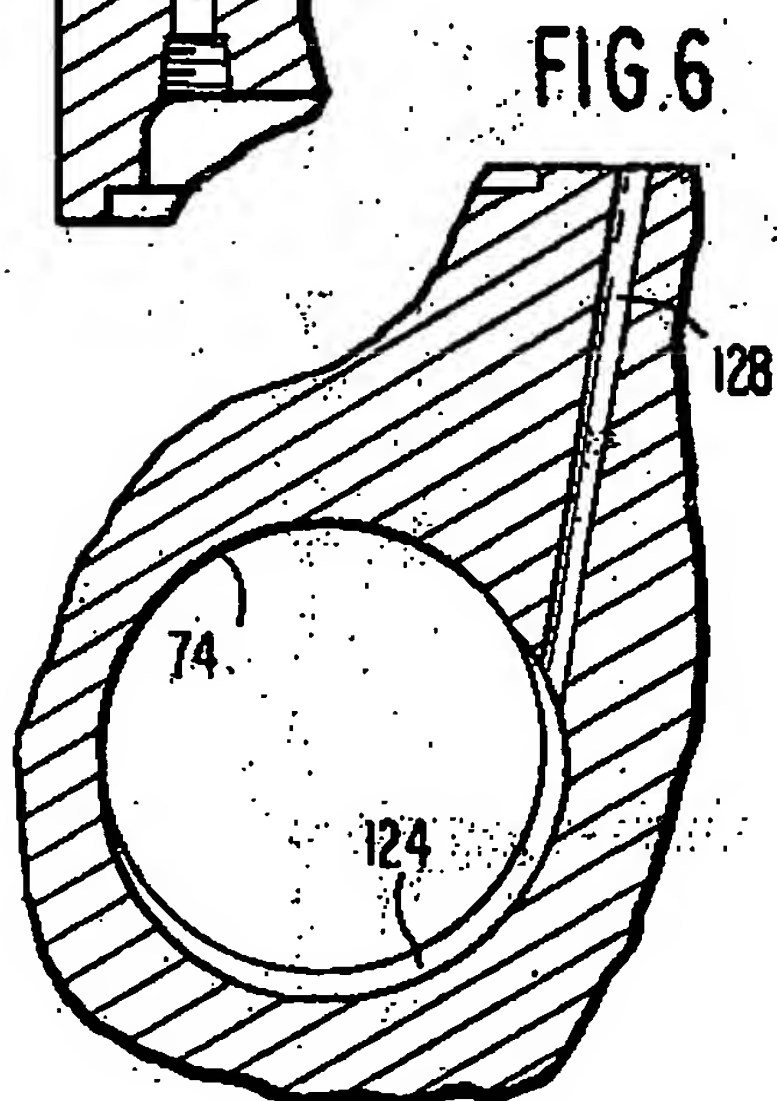
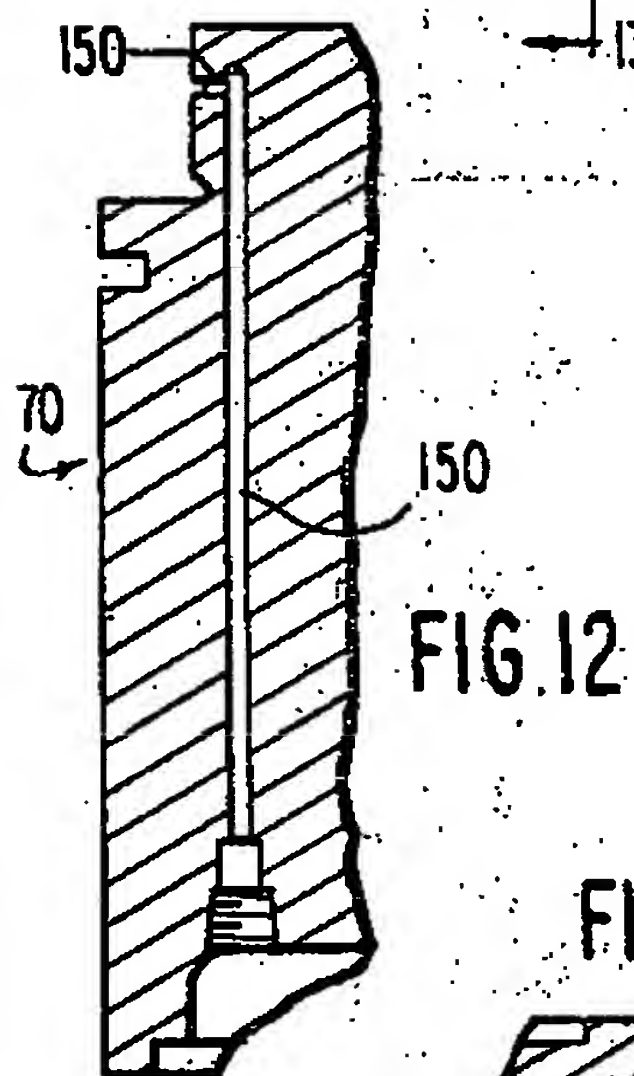
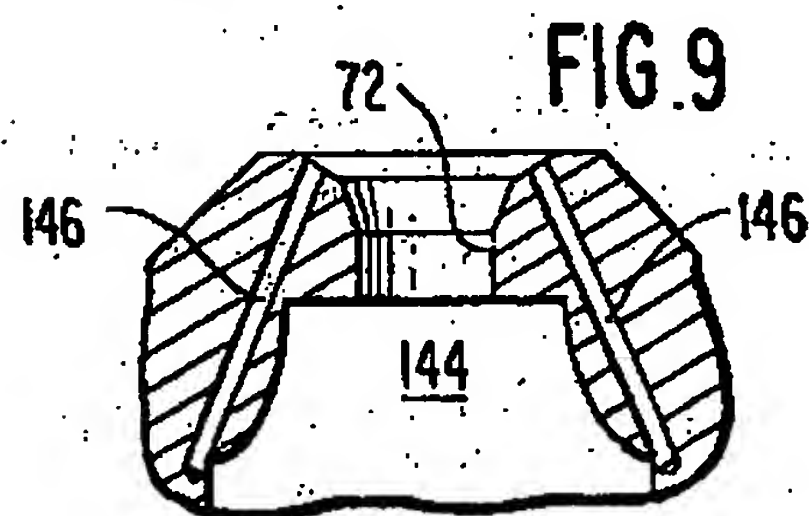
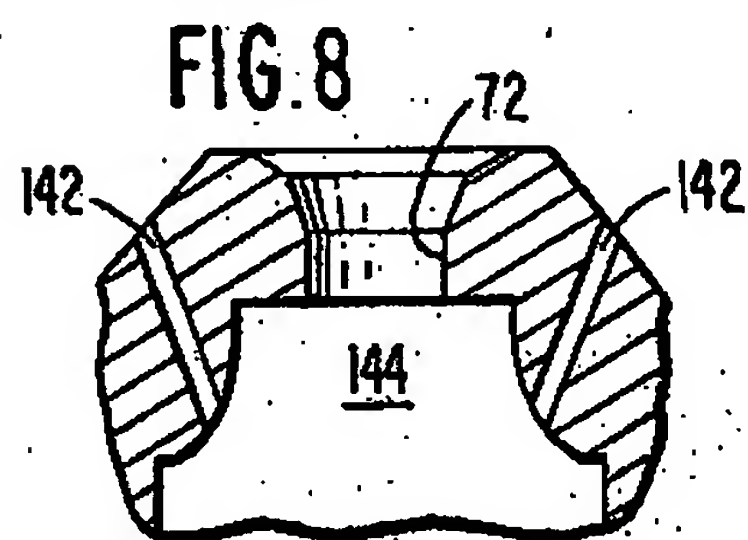
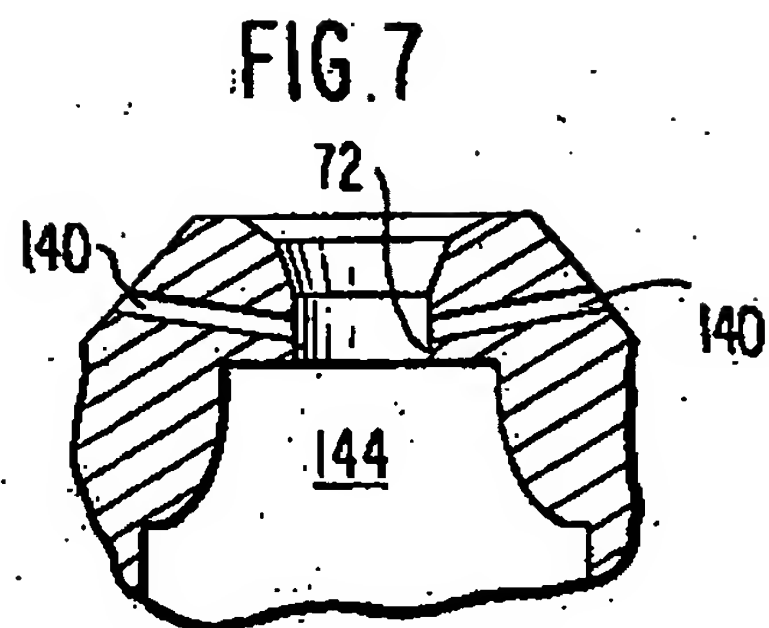
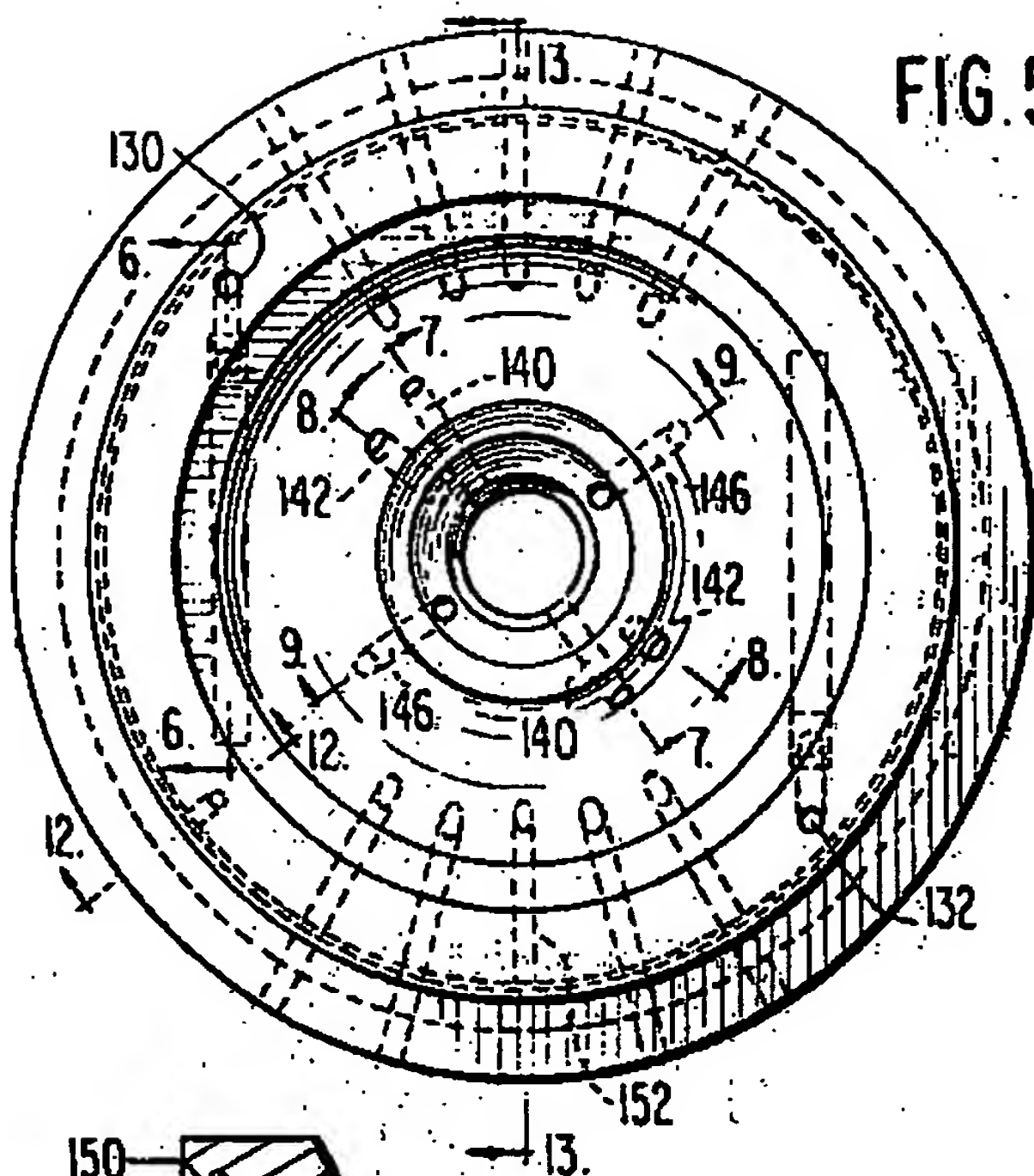


FIG. 10

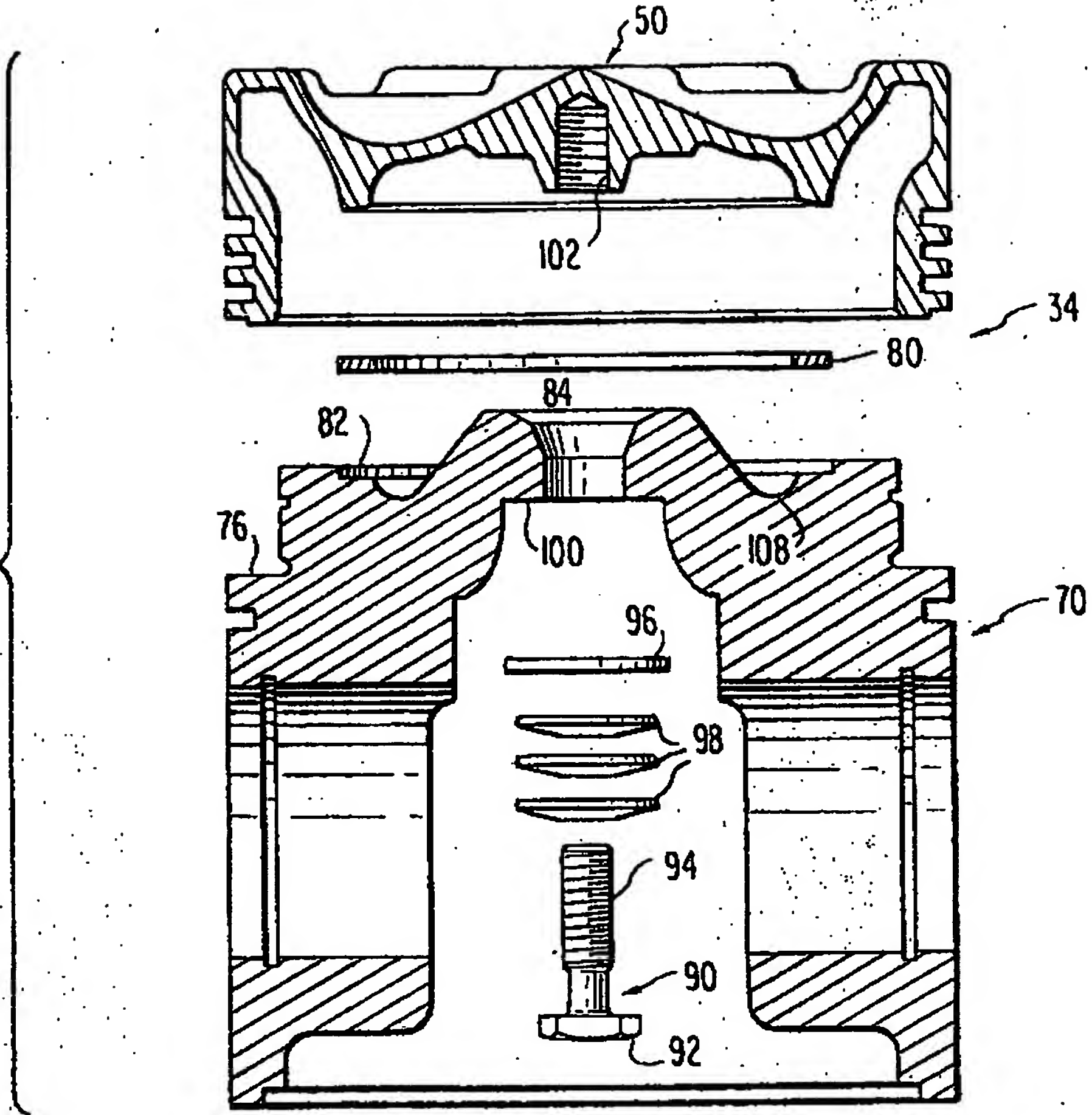
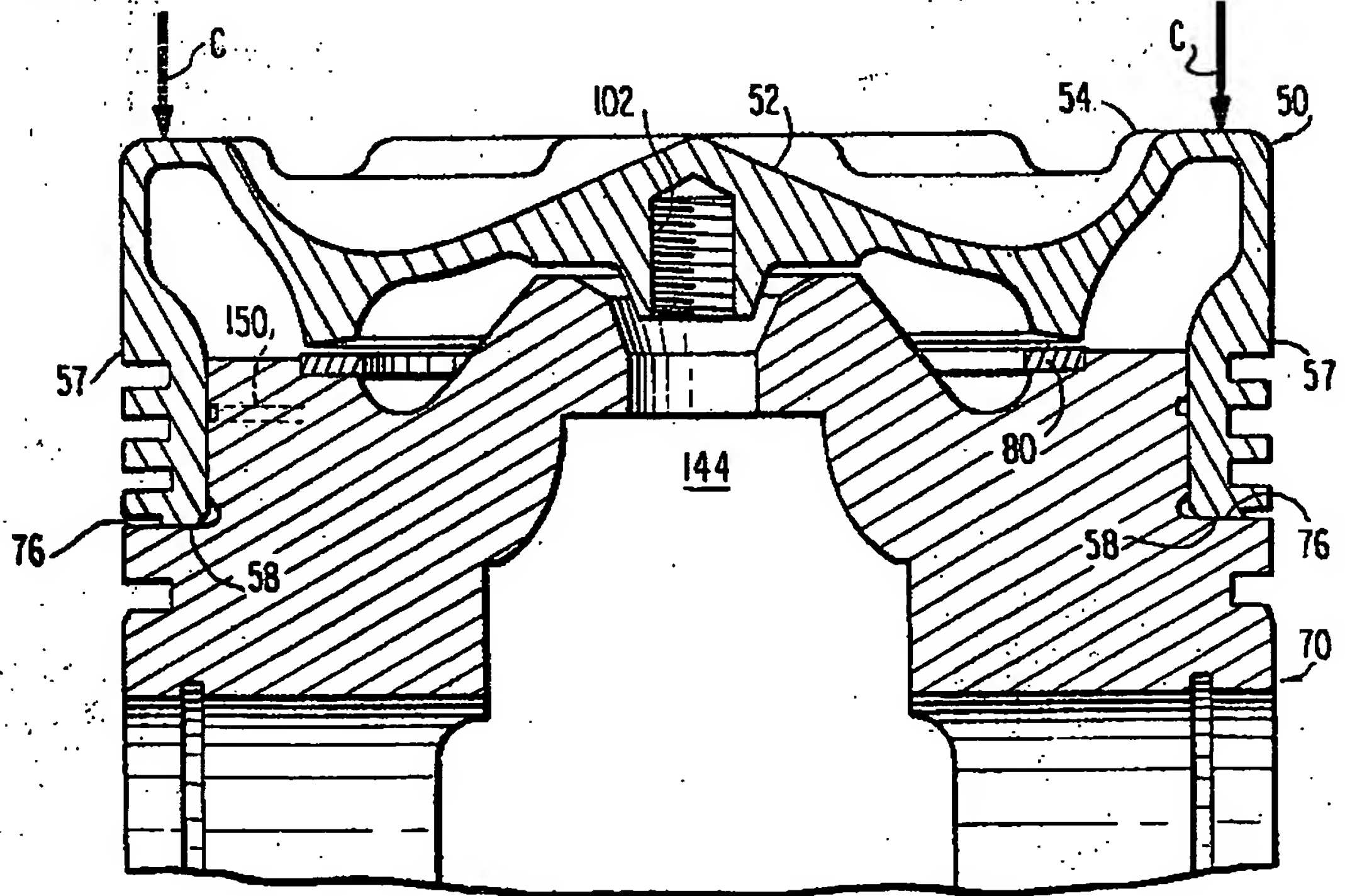


FIG. 11



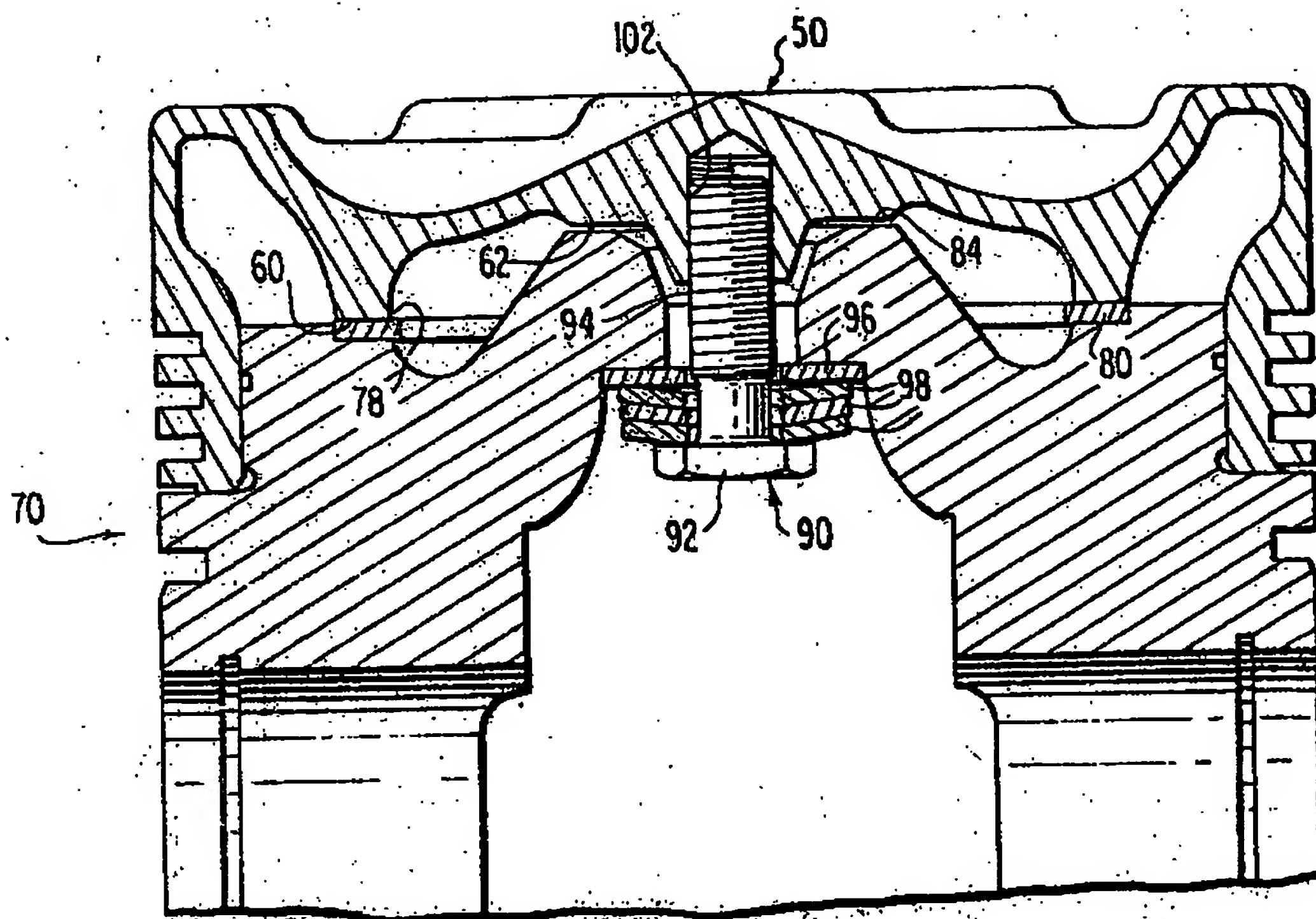


FIG. 14

FIG. 15

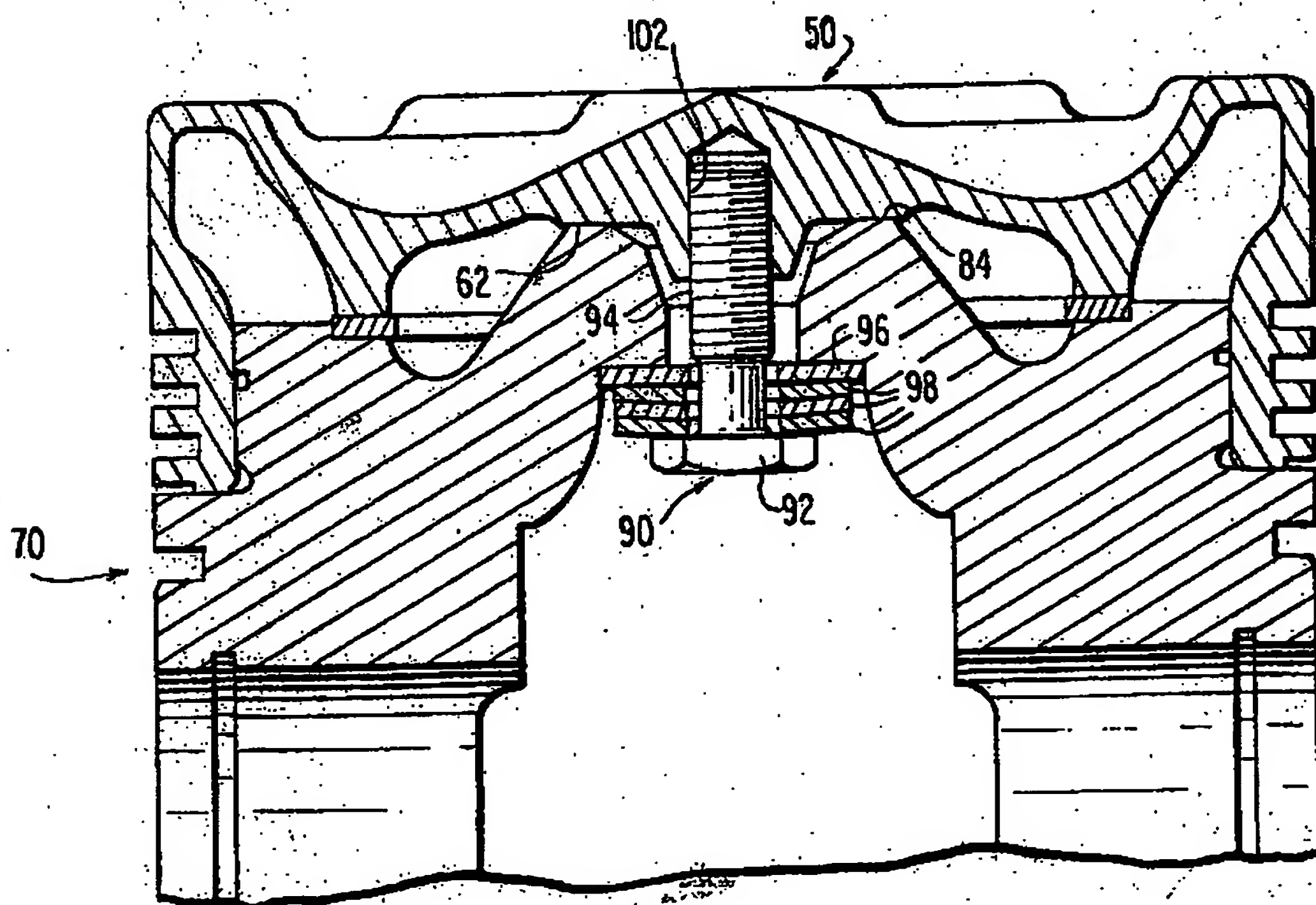


FIG. 1

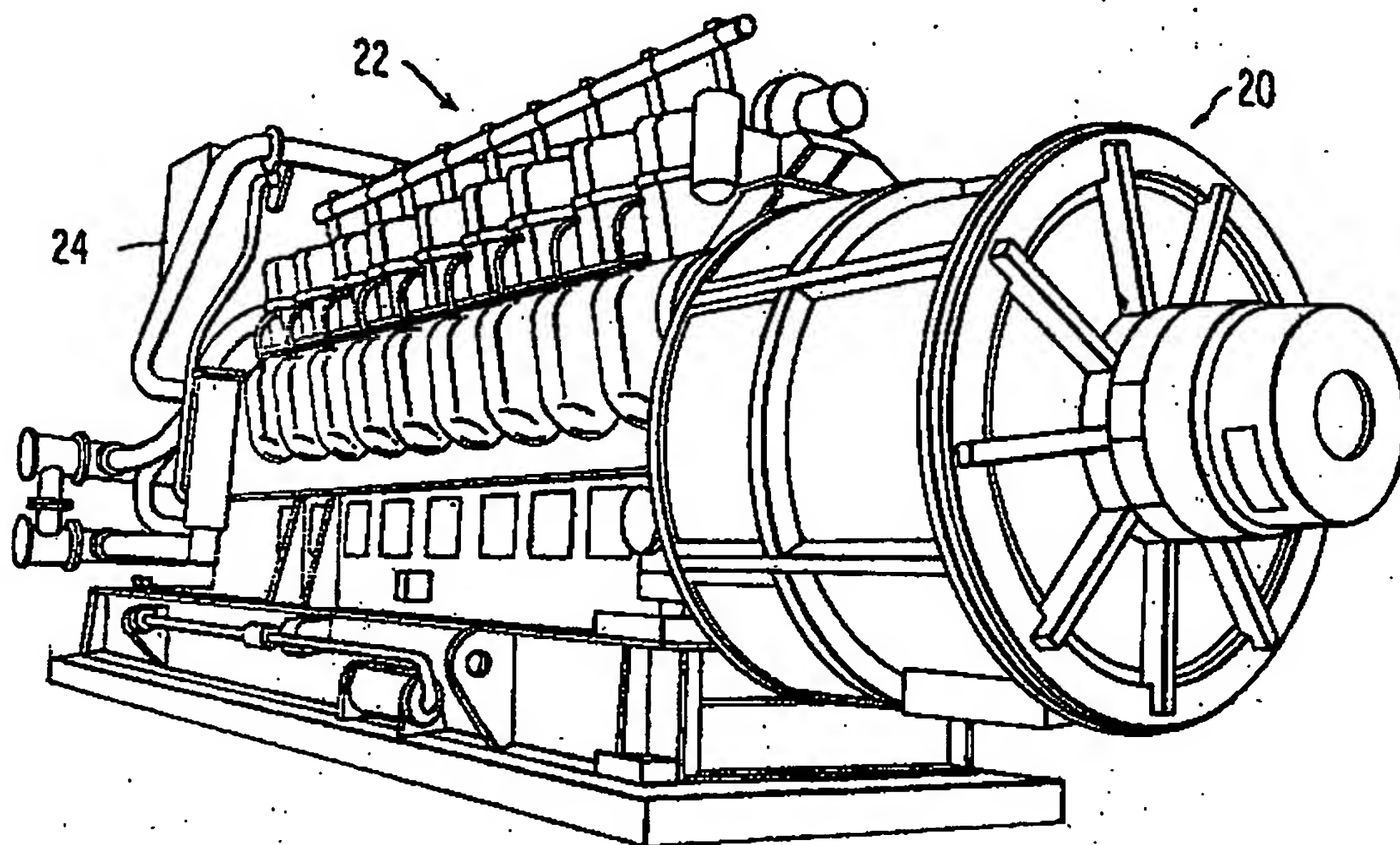
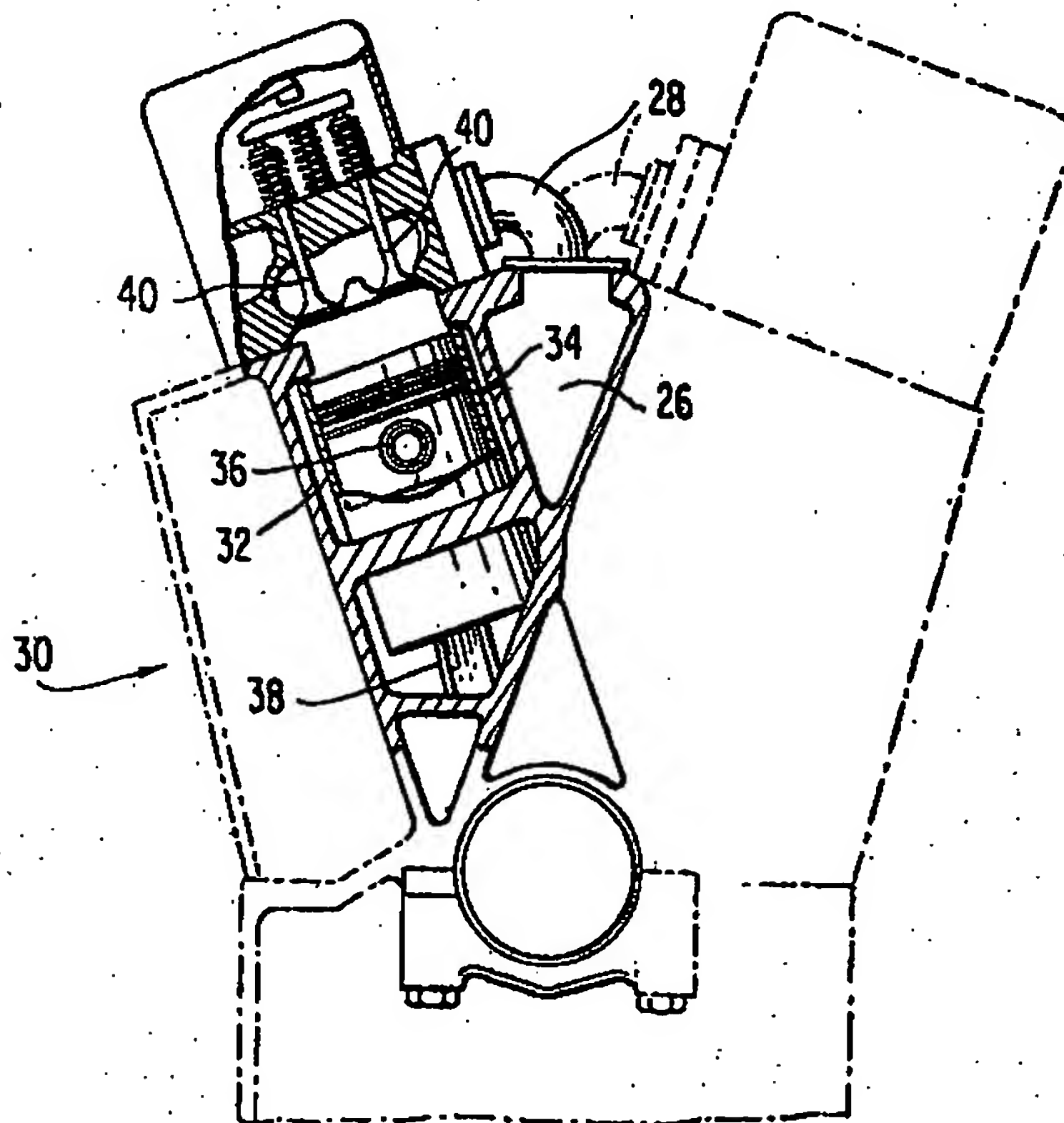


FIG. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.